

UNION SCHWEIZERISCHER KURZWELLEN-AMATEURE
UNION DES AMATEURS SUISSES D'ONDES COURTES
UNIONE RADIOAMATORI DI ONDE CORTE SVIZZERI
UNION OF SWISS SHORT WAVE AMATEURS

Member of the International Amateur Radio Union

Sektion Thun HB9T



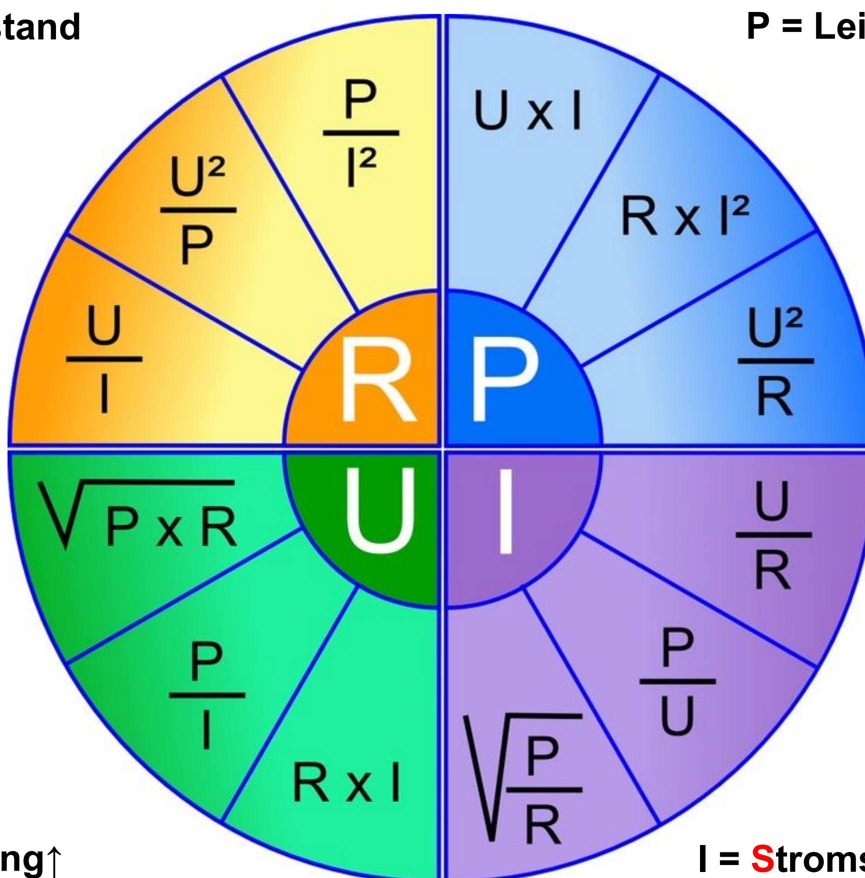
Formeln für die HB3- und HB9-Prüfung

Autor:	Jan Svabenik, HB9HSJ
Co-Autoren:	Peter Michel, HB9HSD Fritz Winkler, HB9HSU Daniel Schuler, HB9UVW

Version:	Juli 2022
Quellen:	Formelsammlung nach Peter Zastrow Formelsammlung HB9T (HB9FIV) Formelsammlung HB9LU (HB9THJ)

R = Widerstand
Ohm
Ω

P = Leistung
Watt
W



U = Spannung↑
Volt
V

I = Stromstärke
Ampere
A

Formeln für die HB3er Prüfung Edition HB9T



$U_{eff} = U_{Spitze} \div \sqrt{2}$ — Effektive Spannung

$U_{Spitze} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$ — Spitzenspannung

$U_{Spitze-Spitze} = U_{eff} \cdot \sqrt{2} \cdot 2$ — Spitzen-Spitzen Spannung

---

$f[MHz] = \frac{300}{\lambda[m]}$ — f aus Wellenlänge (λ)

$\lambda[m] = \frac{300}{f[MHz]}$ — λ aus Frequenz (f)

$\frac{1kHz}{1000Hz}$ $\frac{1MHz}{1000kHz}$ $\frac{1GHz}{1000MHz}$

([Accu]Serie R) $I_{ges} = I_1 = I_2 = I_x$ $U_{ges} = U_1 + U_2 + U_x$ $R_{ges} = R_1 + R_2 + R_x$

(Parallel – R) $I_{ges} = I_1 + I_2 + I_x$ $U_{ges} = U_1 = U_2 = U_x$ $R_{ges} = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_x}}$

(Spulen seriell) $L_{ges} = L_1 + L_2 + L_x$ (Spulen parallel) $L_{ges} = \frac{L_x + L_x}{2}$

$R_V = \frac{U_V \cdot U_L}{P}$ — R_V Lämpli

$ü = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$ $ü = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$ — (ANT-Übertrager-Trafo)

$PEP = P_T \cdot (1+m)^2$ — Trägerleistung

$\frac{N_s}{U_s} \cdot U_p = N_p$ $\frac{N_p}{U_p} \cdot U_s = N_s$ $\frac{U_s}{N_s} \cdot N_p = U_p$ $\frac{U_p}{N_p} \cdot N_s = U_s$

N = Windungszahl **U** = Spannung **p** = primär **s** = sekundär

Bandbreiten:

AM = 2 × NFmax

FM = 2 x (Hub + NFmax)

SSB = NFmax − NFmin

Elektrizität, Magnetismus und Funktheorie: Ohm'sches Gesetz:

Widerstand	Ohm (Ω)	R	$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{P}{I^2}$	$R = \frac{U^2}{P}$
Leistung	Watt (W)	P	$P = U \cdot I$	$P = R \cdot I^2$	$P = \frac{U^2}{R}$
Spannung	Volt (V)	U	$U = R \cdot I$	$U = \frac{P}{I}$	$U = \sqrt{P \cdot R}$
Strom	Ampere (A)	I	$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{P}{U}$	$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$

Spezifischer Widerstand:

ρ = Spezifischer Widerstand **A** = Ø-Fläche Draht (mm2) **L** = Länge (m)
R = Widerstand

$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$	$\rho = R \cdot \frac{A}{L}$	$A = p \cdot \frac{L}{R}$	$L = R \cdot \frac{A}{\rho}$

Parallelschaltung R (fehlender R):

R_1 = gewünschter Wert R_2= alter Wert R_p = gesuchter Widerstand

$$R_p = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$$

Brückenschaltung (Wheatstone Bridge):

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R_4 = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_3$$

Wechselspannung / Strom / Stromteiler / Spannungsteiler

Wechselspannung / Strom:

$U_{eff} = \frac{U_{spitze}}{\sqrt{2}}$	$U_{spitze} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$	$U_{ss(peak-to-peak)} = U_{eff} \cdot \sqrt{2} \cdot 2$
$I_{eff} = \frac{I_{spitze}}{\sqrt{2}}$	$I_{spitze} = I_{eff} \cdot \sqrt{2}$	$I_{ss(peak-to-peak)} = I_{eff} \cdot \sqrt{2} \cdot 2$

Stromteiler:

$I_{Rx} = \frac{R_{ges}}{R_x} \cdot I_{ges}$	$R_x = \frac{R_{ges}}{I_{Rx}} \cdot I_{ges}$	$I_{ges} = \frac{R_x}{R_{ges}} \cdot I_{RX}$	$R_{ges} = \frac{R_x}{I_{ges}} \cdot I_{Rx}$
$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1}$	$I_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot I_1$	$I_1 = \frac{R_2}{R_1} \cdot I_2$	

Spannungsteiler:

$U_{Rx} = \frac{U_{ges}}{R_{ges}} \cdot R_x$	$R_x = \frac{R_{ges}}{U_{ges}} \cdot U_{Rx}$	$U_{ges} = \frac{R_{ges}}{R_x} \cdot U_{Rx}$	$R_{ges} = \frac{R_x}{U_{Rx}} \cdot U_{ges}$
$R_2 = \frac{R_1}{U_{R1}} \cdot U_{R2}$	$R_2 = \frac{R_{ges} \cdot R_1}{(R_1 - R_{ges})}$	$R_1 = \frac{R_2}{U_{R2}} \cdot U_{R1}$	$R_1 = \frac{R_{ges} \cdot R_2}{(R_2 - R_{ges})}$
$U_{R2} = \frac{U_{R1}}{R_1} \cdot R_2$		$U_{R1} = \frac{U_{R2}}{R_2} \cdot R_1$	

Innenwiderstand:

$\boldsymbol{R_i}$ = Innenwiderstand $\boldsymbol{R_L}$ = Lastwiderstand $\boldsymbol{U_q}$ = Spannungsquelle
$\boldsymbol{U_k}$ = Klemmenspannung $\Delta_{\boldsymbol{I}}$ = Strombetrag $\boldsymbol{P_a}$ = Leistungsanpassung
$\boldsymbol{I_a}$ = Stromanpassung / Konstantstromquelle
$\boldsymbol{U_a}$ = Spannungsanpassung / Konstantspannungsquelle

$R_i = \frac{U_k}{\Delta_I}$	$U_q = R_i \cdot \Delta_I$	$U_k = R_L \cdot \Delta_I$	$I_a = R_i \gg R_L$	$U_a = R_i \ll R_L$	$P_a = R_i = R_L$

U / I – Transformer:

N = Windungszahl **Z** = Impedanz **U** = Spannung **s** = sekundär **p** = primär

Transformator Eingang: (Primärseite)	*Transformator Ausgang: (Sekundärseite)*
$N_p = \frac{N_s}{U_s} \cdot U_p$	$N_s = \frac{N_p}{U_p} \cdot U_s$
$U_p = \frac{U_s}{N_s} \cdot N_p$	$U_s = \frac{U_p}{N_p} \cdot N_s$
$I_p = \frac{I_s \cdot U_s}{U_p}$	$I_s = \frac{I_p \cdot U_p}{U_s}$

Wirkungsgrad $n_{\%}$- Verlustleistung:

U = Spannung **I** = Strom **P** = Leistung **R** = Widerstand $n_{\%}$ = Wirkungsgrad

$P = U \cdot I$	$P = R \cdot I^2$	$P = \frac{U^2}{R}$
$P_{in} = P_{out} + Verlustleistung$	$Verlustleistung = P_{in} - P_{out}$	
$n_{\%} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100$	$P_{out} = \frac{n_{\%} \cdot P_{in}}{100}$	$P_{in} = \frac{P_{out} \cdot 100}{n_{\%}}$

Modulationsindex / PEP

$M_{index} = \frac{hub}{NF_{max}}$	$PEP = \frac{U_{eff}^2}{R} = \frac{U_{Peak}^2}{2 \cdot R}$	$R = \frac{U_{eff}^2}{PEP}$	$U_{eff} = \sqrt{R \cdot PEP}$

Z-Dioden (Spannungsstabilisierung):

$\boldsymbol{U_e}$ = unstabile Eingangsspannung $\boldsymbol{R_v}$ = Vorwiederstand **L** = Last
Z-Diode: $\boldsymbol{U_Z}$ = Z-Spannung $\boldsymbol{I_Z}$ = Z-Strom $(\boldsymbol{I_Z + I_L = I_{ges}})$

$I_{ges} = \frac{U_e - U_z}{R_v}$ $\quad I_{ges} = I_{Zmax} + I_L$		$I_{Zmin} = \sim 0.1 \cdot I_{Zmax}$
$I_{Zmax} = \frac{P_{ges}}{U_Z}$		$I_{Zmax} = \sim 0.9 \cdot I_{Lmax}$
$P_{Rv} = (U_{ges} - U_Z) \cdot I_{ges}$		$P_Z = U_Z \cdot I_{ges}$
$R_v = \frac{U_e - U_z}{I_{ges}}$	$R_{vmin} = \frac{U_{emax} - U_Z}{I_{Zmax} + I_{Lmin}}$	$R_{vmax} = \frac{U_{emax} - U_Z}{I_{Zmin} + I_{Lmax}}$

Feldstärke – Spannung – Leistung – Distanz - db:

E = Feldstärke(V/m) **d** = Distanz(m) **U** = Spannung **P** = Leistung
a = alt **n** = neu

$E = \frac{U}{d}$	$d = \frac{U}{E}$	$U = E \cdot d$
$P_n = \left(\frac{U_n}{U_a}\right)^2 \cdot P_a$		$d_n = \frac{U_a}{U_n} \cdot d_a$
$U_n = \frac{d_a}{d_n} \cdot U_a$		$db = \left(\frac{U_n}{U_a}\right)^2 \cdot Log \cdot 10$

Feldstärke E=V/m – Leistung – Distanz(m):

E = Feldstärke(V/m) **d** = Distanz(m)
$\boldsymbol{P_{Ant}}$=W an der Antenne $\boldsymbol{G_{Ant}}$=Antennengewinn in dBi
EIRP = Effective Isotropic Radiated Power) = äquivalente Ersatzleistung der isotropen Strahlung

$EIRP = ERP + 2.15dBi = ERP \cdot 1.64 = P_{Ant} \cdot G_{Ant}$		
$E\frac{v}{m} = \frac{\sqrt{30 \cdot EIRP}}{d}$	$d = \frac{\sqrt{30 \cdot EIRP}}{E}$	$EIRP = \frac{(E \cdot d)^2}{30}$
$E\frac{v}{m} = \frac{7.014 \cdot \sqrt{ERP}}{d}$	$d = \frac{7.014 \cdot \sqrt{ERP}}{E}$	$ERP = \left(\frac{E \cdot d}{7.014}\right)^2$

dB – S-Meter – Spannung – Leistung – Verlust/Gewinn:

dBm – Watt:	$P = \left(\frac{dBm}{10}\right) 10^x \cdot 1mW$	$dBm = \frac{P}{1mW} Log \cdot 10$	
F = Faktor F<1 = Dämpfung F>1 = Gewinn $+dB$ = Gewinn $-dB$ = Dämpfung			
dB (Leistung):	$F = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ $P_{out} = F \cdot P_{in}$	$F = \left(\frac{dB}{10}\right) 10^x$	$dB = F(Log) \cdot 10$
dB (Spannung):	$F = \frac{U_{out}}{U_{in}}$	$F = \left(\frac{dB}{20}\right) 10^x$	$dB = F(Log) \cdot 20$

U = Spannung **P** = Leistung **S** = S-Meter **a** = alter Wert **n** = neuer Wert

$$(S > -S) \cdot 6 = dB$$

Sa > Sn / Dämpfung:		
$P_n = \frac{1}{F} \cdot P$	$\frac{1}{F} = F > 1\ und\ Dämpfung$	$U_n = \frac{1}{F} \cdot U$
Sa < Sn / Gewinn:		
$P_n = F \cdot P$	$U_n = F \cdot U$	
$U_{in} = \left(\frac{db_{Antenne} - db_{Verlust}}{20}\right) 10^x \cdot U_{Ant}$	$P_{ant} = \left(\frac{db_{Gewinn} - db_{Verlust}}{10}\right) 10^x \cdot P_{TX}$	

Spulen / Induktivität (L):

Induktivität(L) - Induktionsspannung:

L = Induktivität **N** = Windungszahl **U_i** = Induktionsspannung **R** = Widerstand
U = Spannung **I** = Strom **τ** = Zeitkonstante(s) **ΔI/t** = Delta Strom/Zeit

$\tau = \frac{L}{R}$	$L = \tau \cdot R$	$R = \frac{U}{I}$	$I = \frac{U}{R}$
$\Delta_I = \frac{I}{\tau}$	$L = \frac{U_i}{\Delta_L}$	$U_i = L \cdot \Delta_I$	

U_L = Augenblickswert(V) i = $\frac{U}{R}$ = Augenblickswert(A) **I** = Anfangs- und Endwert in A

Einschalten:	$i = I \cdot \left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$	$\boldsymbol{U_L = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}}$	$U_L = U \cdot e^{\frac{-t}{\tau}}$	$L = \frac{U_L \cdot U_t}{\Delta_I}$
Ausschalten:	$i = I \cdot e^{\frac{-t}{\tau}}$	$\tau = \frac{-t}{LN \cdot \left(1 - \frac{i}{L}\right)}$	$-t = \tau \cdot LN \cdot \left(1 - \frac{i}{I}\right)$	

Spulen (N/L):		*Spulen (N/I):*
$L = L \cdot N^2$	$L = \frac{\Delta L}{N^2}$	$\frac{N2}{N1} = \frac{I1}{I2}$

Spulen (L/Frequenz):			
$\frac{f}{x} = x^2 \cdot L$	$L \cdot x = \frac{f}{\sqrt{x}}$	$\frac{L}{x} = \sqrt{x} \cdot f$	$f \cdot x = \frac{L}{x^2}$

Spulen / Induktivität / Güte:

L = Induktivität(H) **f** = Frequenz **X_L** = Blindwiderstand **Q** = Güte
R = Verlustwiderstand

$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$	$L = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f}$
$f = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot L}$	$Q = \frac{X_L}{R}$
$X_L = Q \cdot R$	

Kondensatoren / Kapazität (C)

C-Aufladung:

τ = Zeitkonstante (Sekunden) **R** = Widerstand **C** = Kapazität
I = Strom **U** = Spannung **t** = Ladungs-/Entladungszeit (Sekunden)

$\tau = R \cdot C$	$t = (R \cdot C) * 5$	$1\tau = 0.63 \cdot U$	*1 Zyklus:* $t \approx 5 \cdot \tau$

C-Entladung:

$\tau = R \cdot C$	$t = (R \cdot C) \cdot 5$	$1\tau = 0.37 \cdot U$	$4\tau = 0.02 \cdot U$
$U_c = U \cdot e^{\frac{t}{RC}}$	$I_c = I \cdot e^{\frac{t}{RC}}$	$C = \frac{-t}{R \cdot \ln \frac{Uc}{U}}$	$R = \frac{-t}{C \cdot \ln \frac{Uc}{U}}$

Serienkondensator C (fehlender C):

$\boldsymbol{C_1}$ = gewünschter Wer C_2 = alter Wert $\boldsymbol{C_P}$ = fehlende Kapazität

$$C_{P=} \frac{1}{\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}}$$

$\boldsymbol{C_1}$ + $\boldsymbol{C_2}$ (parallel) + $\boldsymbol{C_3}$ (seriell):

$\boldsymbol{C_{ges}}$ = gesamter Wert

$C_{1=} \frac{1}{\frac{1}{C_{ges}} - \frac{1}{C3}} - C2$	$C_{2=} \frac{1}{\frac{1}{C_{ges}} - \frac{1}{C3}} - C_1$	$C_{3=} \frac{1}{\frac{1}{C_{ges}} - \frac{1}{C1 + C2}}$
$Parallel\ C_{ges} = C_1 + C_2 + \dots C_x$	$Seriell\ C_{ges} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots \frac{1}{C_x}}$	

C (Kapazität):

$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot c}$	$X_C = \frac{U}{I}$
$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C}$	$I = \frac{U}{X_C}$
$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot X_C \cdot C}$	$U = I \cdot X_C$

C Kapazität - Frequenz/Strom bei konstanter Spannung:

$f = I$	$I = f$

Impedanz Z – RC-Glied:

Seriell:	$Z = \sqrt{{X_C}^2 + R^2}$	*Parallel:*	$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{X_C}\right)^2 + \left(\frac{1}{R}\right)^2}}$

RC-Glieder *(Grenzfrequenz):*

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

Schwingkreis / Güte Q:

Q = Güte **Z** = Impedanz **L** = Induktivität **C** = Kapazität X_L/X_C = Blindwiderstand
R_P = Verlustwiderstand Parallel R_v = Z_{res} = Verlustwiderstand Seriell/Reihe

Schwingkreis allgemein:		Serieller Schwingkreis:		Paralleler Schwingkreis:	
$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$		$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + R^2}$		$Z = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2 + \left(\frac{1}{R}\right)^2}}$	
$X_{Lres} = X_{Cres} = \sqrt{\frac{L}{C}}$		$Z = \frac{X_L}{Q}$		$Z = X_L \cdot Q$	
$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$		$Q = \frac{X_C}{R_v}$	$Q = \frac{X_L}{R_v}$	$Q = \frac{Z_{res}}{X_L}$	$Q = \frac{Z_{res}}{X_C}$
$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$		$Q = \frac{1}{R_v} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$		$Q = R_p \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$	
$C = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot L}$		$Q = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R_v}$		$Q = \frac{R_p}{X_L}$	
$L = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot C}$		$R_v = \frac{R_p}{Q^2}$		$R_p = Q^2 \cdot R_v$	
$UC = X_C \cdot I$	$I = \frac{U}{Z}$	$Z_{res} = \frac{L}{C} \cdot \frac{1}{R_v}$			

Güte Q (Bandbreite):

Q = Güte f_{res} = Resonanzfrequenz **b** = Bandbreite
R_v = Reihenverlustwiederstand R_p = Parallelverlustwiderstand
f_o = obere Grenzfrequenz f_u = untere Grenzfrequenz

$f_{res} = \frac{f_o - f_u}{2} + f_u$	$Q = \frac{f_{res}}{f_o - f_u}$	$b = f_o - f_u$	$Q = \frac{f_o + f_u}{2 \cdot (f_o - f_u)}$
$Q = \frac{X_L}{R_v}$	$Q = \frac{f_{res}}{b}$	$b = \frac{f_{res}}{Q}$	$R_p = Q^2 \cdot R_v$
$R_p = Q \cdot X_L$	$R_v = \frac{X_L}{Q}$	$R_v = \frac{{X_L}^2}{R_p}$	$b = \frac{R_v}{2 \cdot \pi \cdot L}$

Schwingkreis >> Drehkondensator, Variometer:

C_a = Anfangskapazität(ausgedreht) C_e = Endkapazität(eingedreht)
L_a = Anfangsinduktivität L_e = Endinduktivität
f_v = Frequenzvariation f_o = obere Grenzfrequenz f_u = untere Grenzfrequenz

Frequenzvariation	$f_v = \sqrt{\frac{C_e}{C_a}}$	$f_v = \frac{f_o}{f_u}$	$f_v = \sqrt{\frac{L_e}{L_a}}$
Frequenzbereich	$f_o = \sqrt{\frac{C_e}{C_a} \cdot f_u{}^2}$	$f_u = \sqrt{\frac{C_a}{C_e} \cdot f_o{}^2}$	
Frequenzbereich: paralleler Kondensator: C_p	$K = \left(\frac{f_o}{f_u}\right)^2$	$C_p = \frac{C_e - (K \cdot C_a)}{K-1}$	

Transistoren:

I_c = Kollektorstrom I_B = Basisstrom I_E = Emitterstrom **β** = Gleichstromverstärkung
U_C = Kollektorspannung U_E = Emitterspannung U_B = Basisspannung

	$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$ $I_{R1} = 11 \times I_\beta$ $U_{R1} = U - U_{BE}$ $\boldsymbol{R_1} = \frac{U_{R1}}{I_{R1}}$
	$I_B = \frac{I_2}{9}$ $I_C = \beta \times I_\beta$ $U_{RC} = U - U_C$ $\boldsymbol{R_C} = \frac{U_{Rc}}{I_C}$
	$I_E = \frac{U_E}{R_E}$ $I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$ $\boldsymbol{I_C} = \beta \times I_B$
	$U_{Rc} = R_C \cdot I_C$ $U_{Transistor} = U - U_{Rc}$ $\boldsymbol{P_V} = U_{Transistor} \times I_C$

$I_1 = I_B + I_2$	$I_2 = I_q$	$\beta = \frac{I_C}{I_B}$	$I_B = \frac{I_C}{\beta}$	$I_C = \beta \cdot I_B$

$I_B = \frac{I_E}{(\beta + 1)}$	$I_C = \beta \cdot \frac{I_E}{(\beta + 1)}$	$I_E = I_B \cdot (\beta + 1)$

Gleichstromverstärkung gesamt: $\beta_{ges} = \beta_1 \times \beta_2$

$I_B = I_E - I_C$	$I_C = I_E - I_B$	$I_E = I_B + I_C$
$I_1 = I_B + I_2$	$I_2 = I_1 - I_B$	$I_B = I_1 - I_2$
$U_E = U_B + U_C$	$U_B = U_E - U_C$	$U_C = U_E - U_B$

$R_1 = \frac{U_{R1}}{I_1}$	$R_1 = \frac{U_B - U_{BE}}{I_1}$	$R_2 = \frac{U_{R2}}{I_2}$	$R_2 = \frac{U_{RE} + U_{BE}}{I_2}$

Spannungsteiler – Widerstand R_1/R_2:

$\beta = \frac{I_C}{I_B}$ $\quad X = \frac{I_2}{I_B}$

$U_{R1} = U_{in} - U_{BE}$ $\quad U_{R2} = U_{BE}$

$$R_1 = \frac{U_{R1} \cdot (\beta + 1)}{(X + 1) \cdot I_E}$$

$$R_2 = \frac{U_{R2} \cdot (\beta + 1)}{X \cdot I_E}$$

Kollektorwiderstand – R_C:

$\beta = \frac{I_C}{I_B}$ $\quad X = \frac{I_1}{I_B}$

$U_{RC} = U_{in} - U_C$

$$R_C = \frac{U_{RC} \cdot (X - 1)}{\beta \cdot I_2}$$

Kollektorstrom – I_C

$I_1 = \frac{U_{R1}}{R_1}$ $\quad I_2 = \frac{U_B}{R_2}$

$I_B = I_1 - I_2$ $\quad I_C = I_B \cdot \beta$

$U_{R1} = U - U_B$ $\quad I_C = \left(\frac{U_{R1}}{R_1} - \frac{U_B}{R_2}\right) \cdot \beta$

Verlustleistung Transistor – P_v:

$UR_C = R_C \cdot I_C$

$U_{TR} = U - U_{RC}$

$P_v = U_{tr} \cdot I_C$

Operationsverstärker:

$\boldsymbol{V_u}$ = ($\boldsymbol{V_1}$ und $\boldsymbol{V_2}$) = Verstärkungsfaktor $\boldsymbol{U_{out}}$ = **z** = Ausgangsspannung
$\boldsymbol{U_{in}}$ $\boldsymbol{U_x}$ $\boldsymbol{U_y}$ = Eingangsspannungen

Invertierend: $+Eingang = 0V$ $\quad V_u = V_1 \quad Y = 0 \quad V_2 = 0$	
	$U_{out} = -U_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1}$
	$U_{out} = -U_x \cdot \frac{R_3}{R_1}$
Nicht invertierend: $-Eingang = 0V \quad V_u = V_2 \quad X = 0 \quad V_1 = 0$	
	$V_u = \frac{U_a}{U_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ $U_{out} = U_y \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$
Differenzverstärker: $+$ oder $-$ $Eingang \neq 0V \quad X = Y$ oder $X \neq V$ $V_1 = \frac{R_2}{R_1} \quad V_2 = \frac{1 + V_1}{1 + \frac{R_3}{R_4}} \quad Z = (V_2 \cdot Y) - (V_1 \cdot X)$	
	$U_{out} = \left(U_y - U_x\right) \cdot \frac{R_3}{R_1}$

Röhren:

	Grundformeln: $\boldsymbol{I_a}$ = Anodenstrom (mA) $\boldsymbol{I_{g2}}$ = Schirmgitterstrom (mA) $\boldsymbol{I_k}$ = Kathoden Strom (mA) $\boldsymbol{U_b}$ = Betriebsspannung (V) $\boldsymbol{U_a}$ = Anodenspannung (V) $\boldsymbol{U_{g2}}$ = Schirmgitterspannung (V) $\boldsymbol{U_{g1}}$ = Gittervorspannung (V) $\boldsymbol{R_a}$ = Anodenwiderstand (kΩ) $\boldsymbol{R_{g2}}$ = Schirmgitterwiderstand (kΩ**)** $\boldsymbol{R_k}$ = Kathodenwiderstand(kΩ)
*Steilheit – **S*** $S = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} = \frac{\mu}{R_i} = \frac{1}{D \cdot I}$	*Durchgriff – **D*** $D = \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a} = \frac{1}{S \cdot R_i}$
*Verstärkungsfaktor – **μ*** $\mu = S \cdot R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g}$	*Innenwiderstand – **R**$_i$* $R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{\mu}{S} = \frac{1}{D \cdot S}$
$I_k = \frac{U_{g1}}{R_k} = I_a + I_{g2}$	$U_{g1} = U_k = I_k \cdot R_k$
$U_a = R_a \cdot (U_b - I_a)$	$U_{g2} = I_k \cdot R_k = (U_b - I_{g2}) \cdot (R_{g2} - U_{g1})$
$R_k = \frac{U_{g1}}{I_k} = \frac{U_{g1}}{I_a + I_{g2}}$	$\boldsymbol{1 = D \cdot S \cdot R_i}$
	Schirmgitter-Spannungsteiler: $\boldsymbol{R_v}$ = Vorwiderstand (k Ω) $\boldsymbol{R_q}$ = Querwiderstand (k Ω) $\boldsymbol{I_{g2}}$ = Schirmgitterstrom (mA) $\boldsymbol{I_q}$ = Querstrom (mA) $\boldsymbol{U_v}$ = Spannung an Rv (V)
$U_{g2} = U_b - U_v = I_q \cdot R_q$	$U_v = R_v \cdot (I_q + I_{g2})$

$\frac{U_{g2}}{U_b} = \frac{R_q}{R_q + R_v}$	$R_v = \frac{U_b - U_{g2}}{I_q + I_{g2}}$	$R_g = \frac{U_{g2}}{I_q}$

Empfänger

Signal / Rauschabstand:

$\boldsymbol{dB_e}$ = Eingang **rz** = Rauschzahl $\boldsymbol{dB_{sr}}$ = Signal/ Rauschabstand

$$dB_{sr} = dB_e - dB_{rz}$$

ZF, $\boldsymbol{f_o}$, $\boldsymbol{f_1}$, $\boldsymbol{f_2}$, Spiegelfrequenz:

fo = Oszillatorfrequenz **f1/f2** = Empfangsfrequenz/Spiegelfrequenz
ZF = Zwischenfrequenz

$f_1 < f_o$		
$f_o = f_1 + ZF$	$ZF = f_o - f_1$	$f_2 = f_1 + (2 \cdot ZF)$
$f2 > fo$		
$f_o = f_2 \ - ZF$	$ZF = f_2 - f_o$	$f_1 = f_2 - (2 \cdot ZF)$
$ZF = \frac{f_2 > -f_1 <}{2}$		

Intermodulation:

$\boldsymbol{f_{I1}}$ = 1. Intermodulationsfrequenz, $\boldsymbol{f_{I2}}$ = 2.Intermodulationsfrequenz

$f_{I1} = (2 \cdot f_1) - f_2$	$f_{I2} = (2 \cdot f_2) - f_1$

Sender - Antennen und Antennenzuleitungen

Gestockte Yagi:

n = Anzahl Antennen, $\boldsymbol{dB_{ges}}$ = Gesamtgewinn(dB)

$$dB_{ges} = 10 \cdot Log\left(n \cdot 10^{\frac{dB}{10}}\right)$$

SWR:

r = Reflexionsfaktor **s** = SWR $\boldsymbol{R_e}$ = realer Widerstand (Antenne)
Z = Impedanz (50Ohm) **P** = abgestrahlte Leistung **U** = Spannung
r = Rückwärts **v** = Vorwärts

$r = \sqrt{\frac{P_r}{P_v}}$	$1{:}\,s = \frac{1+r}{1-r}$	$1{:}\,s = \frac{\sqrt{P_v}+\sqrt{P_r}}{\sqrt{P_v}-\sqrt{P_r}}$	
$R_e = s \cdot Z$	$s = \frac{R_e}{Z} \quad R_e \geq Z$	$s = \frac{Z}{R_e} \quad R_e \leq Z$	$P_r = r^2 \cdot P_v$
$P = P_v \cdot (1 - r^2)$		$r = \frac{R_e - Z}{R_e + Z}$	
$r = \frac{U_r}{U_v}$		$r = \frac{s-1}{s+1}$	

1/4 λ Stub – Antennenlänge – Verkürzungsfaktor - Frequenz:

$\boldsymbol{V_k}$ = Verkürzungsfaktor **m** = Länge(m) **λ** = Wellenlänge
f = Frequenz (MHz) **t** = Zeit (s)

$\boldsymbol{\lambda} = \frac{300}{f}$	$f = \frac{300}{\boldsymbol{\lambda}}$	$f(Hz) = \frac{1}{t}$	$t = \frac{1}{f}$
$\boldsymbol{m} = \frac{\frac{\boldsymbol{\lambda}}{\boldsymbol{4}}}{100} \cdot V_k$		$\boldsymbol{m} = \frac{\boldsymbol{\lambda}}{100} \cdot V_k$	

Z-Übertrager(1/4λ):

$\boldsymbol{Z_a}$ = Antenne, $\boldsymbol{Z_s}$ = Speisung

$$\boldsymbol{Z} = \sqrt{Z_a \cdot Z_s}$$

Windungszahl – N:1 Anpassungsglieder – Z Transformer

$\boldsymbol{p}$ = primär (TRX – Seite) , $\boldsymbol{s}$ = sekundär (Antennenseite)

$$\frac{N_s^2}{N_p^2} = \frac{Z_s}{Z_p}$$

primär (TRX-Seitig)	*Sekundär (Antennen-Seitig)*
Impedanz-Verhältnis	*Spannungs-Verhältnis*
$N:1$	$\sqrt{N}:1$
Spannungs-Verhältnis	*Impedanz-Verhältnis*
$N:1$	$N^2:1$
$N_p = \sqrt{\frac{N_s^2 \cdot Z_p}{Z_s}}$	$N_s = \sqrt{\frac{N_p^2 \cdot Z_s}{Z_p}}$
$Z_p = \frac{N_p^2 \cdot Z_s}{N_s^2}$	$Z_s = \frac{N_s^2 \cdot Z_p}{N_p^2}$

$N:1 = \sqrt{\frac{Z_s}{Z_p}}$
$Z_p = \frac{Z_s}{N^2:1}$

Bandbreite RTTY / A1A

$\boldsymbol{B_n}$= Bandbreite $\boldsymbol{k}$= 1 bis 5 (Verzerrung, Ø = 5) $\boldsymbol{f_{max}}$= $1.6 \cdot B$ $d_f = \frac{Shift}{2}$

$\boldsymbol{B}$ = Baudrate $\boldsymbol{WpM}$ = Worte pro Minute $\boldsymbol{WpM} = B \cdot \frac{50}{60}$

$\boldsymbol{B}$(A1A) = $WpM \cdot \frac{50}{60}$

RTTY	A1A (CW – Morsen)
$B_n = 2 \cdot (d_f + f_{max})$	$B_n = B \cdot k$

Modukationsindex $M = \frac{\Delta f_{Hub}}{f\text{mod}}$

Messbereichserweiterung

$\boldsymbol{U_m}$; $\boldsymbol{I_m}$ = Messwerkswerte bei Vollausschlag, $\boldsymbol{R_m}$ = Innenwiderstand
$\boldsymbol{R_v}$= Vorwiderstand, $\boldsymbol{R_p}$= Nebenwiderstand (Shunt), $\boldsymbol{n}$ = Erweiterungsfaktor
$\boldsymbol{R_L}$ = Lastwiderstand $\boldsymbol{U_{RV}}$; $\boldsymbol{I_p}$ = erweiterter (gewünschter) Messbereich

Strom	*Spannung*	
$n = \frac{I_p}{I_m}$	$\boldsymbol{U_m = R_m \cdot I_m}$	$n = \frac{U_{RV}}{U_m}$
$R_p = \frac{U_m}{I_p - I_m}$	$R_V = (n-1) \cdot R_m$	
$R_p = \frac{R_m}{n-1}$	$R_v = \frac{U_{RV} - U_m}{I_m}$	
$R_v = \frac{R_m \cdot I_m}{I - I_m} = \frac{U_m}{I - I_m}$		
$R_v = R_m \cdot (n-1)$		

Ladung, Ladungsmenge, Zeit, Strom

$\boldsymbol{Q}$ = Ladungsmenge (**C** - Coulomb), $\boldsymbol{I}$ = Strom(A), $\boldsymbol{t}$ = Zeit(s)

$1C = 1A \cdot 1s = 1As$		
$Q = I \cdot t$	$t = \frac{Q}{I}$	$I = \frac{Q}{t}$
$Q = C \cdot U$	$C = \frac{Q}{U}$	$U = \frac{Q}{C}$

Anhang (Einheiten / Wellenlängen Bänder / Abkürzungen / Glossar)
SI – Einheiten

Grössenart	SI – Einheit		Abkürzung	Grösser	Kleiner
Zeit	t	Sekunde	s		ms, µs
Länge	l	Meter	m	Km	mm, µm
Spannung	U	Volt	V	kV, MV	mV, µV
Strom	I	Ampere	A	kA	mA, µA
Widerstand	R	Ohm	Ω	kΩ, MΩ	mΩ, µΩ
Leistung	P	Watt	W	kW, MW, …	mW, µW
Frequenz	F	Hertz	Hz	kHz, MHz, …	
Impedanz	Z	Ohm	Ω	kΩ, MΩ	mΩ, µΩ
Kapazität	C	Farad	F		µF, nF, pF
Induktivität	L	Henry	H		mH, µH
Feldstarke el	E	Volt pro Meter	V/m		mV/m, µV/m
Feldstarke mag	H	Ampere pro Meter	V/m		mV/m, µV/m
Ladung	C	Coulomb	Q		
Leitwert	G	Siemens	S		

Wellenlängen und Frequenzbänder

Untere Grenze	Obere Grenze	Symbole	English	Metrische Unterteilung
3 kHz	30 kHz	VLF	very low frequency	Miriameterwellen (Längstwellen)
30 kHz	300 kHz	LF	low frequency	Kilometerwellen (Langwellen)
300 kHz	3 MHz	MF	middle frequency	Hektometerwellen (Mittelwellen)
3 MHz	30 MHz	HF	high frequency	Dekameterwellen **(Kurzwellen)**
30 MHz	300 MHz	VHF	very high frequency	Meterwellen **(Ultrakurzwellen)**
300 MHz	3 GHz	UHF	ultra high frequency	Dezimeterwellen **(…)**
3 GHz	30 GHz	SHF	super high frequency	Zentimeterwellen
30 GHz	300 GHz	EHF	extremely high frequency	Milimeterwellen
300 GHz	3000 GHz			Dezimillimeterwellen

Zehnerpotenzen

1 000 000 000 000	= 1 Billion	**10^{12}**	Tera	**T**	10^{12} Ω	= 1TΩ
1 000 000 000	= 1 Milliarde	**10^{9}**	Giga	**G**	10^{9} Hz	= 1GHz
1 000 000	= 1 Million	**10^{6}**	Mega	**M**	10^{6} Ω	= 1MΩ
1 000	= 1 Tausend	**10^{3}**	Kilo	**k**	10^{3} g	= 1kg
100	= 1 Hundert	**10^{2}**	Hekto	**h**	10^{2} l	= 1hl
10	= 1 Zehn	**10^{1}**	Deka	**da**	10^{1} l	= 1dl
1	= 1 Eins	**10^{0}**				
1/10	= 1 Zehntel	**10^{-1}**	Dezi	**d**	10^{-1}m	= 1dm
1/100	= 1 Hundertstel	**10^{-2}**	Zenti	**c**	10^{-2}m	= 1cm
1/1000	= 1 Tausendstel	**10^{-3}**	Milli	**m**	10^{-3}V	= 1mV
1/1000 000	= 1 Millionstel	**10^{-6}**	Mikro	**µ**	10^{-6}H	= 1µH
1/1000 000 000	= 1 Milliardstel	**10^{-9}**	Nano	**n**	10^{-9} A	= 1nA
1/1000 000 000 000	= 1 Billionstel	**10^{-12}**	Pico	**p**	10^{-12}F	= 1pF

Zahlenstrahl mit Einheiten

Trillion	000.	Exa	E	10^{18}
Billiarde	000.	Peta	P	10^{15}
Billion	000.	Tera	T	10^{12}
Milliarde	000.	Giga	G	10^{9}
Million	000.	Mega	M	10^{6}
Tausend	000.	Kilo	k	10^{3}
Hundert	0	Hekto	h	10^{2}
Zehn	0	Deka	da	10^{1}
	0,			
Zehntel	0	Dezi	d	10^{-1}
Hundertstel	0	Zenti	c	10^{-2}
Tausendstel	0.	Milli	m	10^{-3}
Millionstel	000.	Mikro	µ	10^{-6}
Milliardstel	000.	Nano	n	10^{-9}
Billionstel	000.	Piko	p	10^{-12}
Billardstel	000.	Femto	f	10^{-15}
Trillionstel	000	Atto	a	10^{-18}

Glossar:

Griechisch:	
β	Gleichstromverstärkung
λ	Wellenlänge Lambda
Ω	Ohm
ρ	Spezifischer Widerstand
τ	Zeitkonstante in Sekunden
Δ_I	Strombetrag
Δ_{It}	Delta Strom/Zeit
A	Fläche Draht (mm2)
a	alter Wert
A	Ampere
AFuV	Amateurfunkverordnung
AGC	Automatic Gain Controll / Automatische Verstärkungsregelung
ALC	Automatic Level Controll / Automatische Sendepegel Begrenzung
AMP	Amplifier / Verstärker
Amplitude	Höhe/Spannung eines Radiosignals/Sinuskurve
AMTOR	Digitale Übertragungsmethode für Amateurfunk
ARQ	Automatic Request Automatische Fehlerkorrektur / Fernschreibeverfahren / Übertragungsverfahren
ATTN	Attenuator / Abschwächer
b	Bandbreite
B_n	Bandbreite f_{max}= 1.6 · B df = $\frac{Shift}{2}$
B	Baudrate
B	Baudrate (A1A) $WpM \cdot \frac{50}{60}$
BALUN	Balanced-Unbalanced (Trafo)
BFO	Beat frequency oscillator / Schwebungsoszillator (für Morsen - ohne Datenträger)
BK	break (abbrechen / unterbrechen)
C	Kapazität / Kondensator (**F**arad)
C_1	gewünschter Wer C_2 = alter Wert
C_P	fehlende Kapazität
C_{ges}	gesamter Wert
C_a	Anfangskapazität ausgedreht
C_e	Endkapazität eingedreht
c	Lichtgeschwindigkeit
Carrier	Unmodulierter Träger
Chassis GND	Massepotenzila / Erdanschluss am Funkgerät
Clarifie	"Entspricht RIT / Die Empfangsfrequenz kann leicht verstellt werden ohne die Sendefrequenz zu verstellen"
CON	Connected
CQ	Anruf an alle / Allgemeiner Anruf
Crystal	Steckquarz / Frequenzbestimmendes Bauteil
CTCSS	Pilotton (PL = 88,5 Hz) / Subton / Subaudio
CW	A1A / Morsen / ungedämpfte Welle
d	Distanz (m)

dB_e	Eingang
dB_{ges}	Gesamtgewinn in dB
dB_{sr}	Signal/ Rauschabstand
D	Dämpfungsfaktor
dBc	dB gegenüber Träger (Carrier)
dBd	dB gegenüber Dipol
dBi	dB gegenüber Kugelstrahl (Isotropstrahler)
DCD	Data Carrier Detect
de	from
Di- Elektrikum	Dielektrikum (Masseinheit = **ε / epsilon**)
DL	Deutschland
DRM	Digital Radio Mondial
DTMF	Dual Tone Mode Frequenz
Dxpedition	Aktivierung eines gesuchten Landes / Reise von Funkamateuren zu einem gesuchten Land, in dem sie Funkbetrieb machen
E	Feldstärke(V/m)
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power = äquivalente Ersatzleistung der isotropen Strahlung
EME	Reflexionen über Mond
ERP	effektiv abgestrahlte Leistung
F	Farad
f	Frequenz (Hz)
fo	Oszillatorfrequenz
f_o	obere Grenzfrequenz
f_u	untere Grenzfrequenz
f_v	Frequenzvariation
f_{res}	Resonanzfrequenz
f1/f2	Empfangsfrequenz/Spiegelfrequenz
f_{I1}	1. Intermodulationsfrequenz
f_{I2}	2.Intermodulationsfrequenz
Feedline	Antennenzuleitung / Verbindung zwischen Antenne und Transceiver
FOT	Beste benutzbare Frequenz
G_{Ant}	Antennengewinn in dBi
Gain	Gemessener Gewinn einer Antenne
GMT	Grenwich Mean Time
GP	Ground Plain (unsymetrische Antenne)
HBT	Ortszeit Schweiz
Hz	Hertz (Schwingung pro Sekunde)
I	Strom
I	Anfangs- und Endwert in A
i	Augenblickswert(A)
I_p	erweiterter (gewünschter) Messbereich
I_Z	Strom/Z-Diode
I_c	Kollektorstrom
I_B	Basisstrom
I_E	Emitter Strom
I_a	Stromanpassung / Konstantstromquelle
I_m	Messwerkswerte bei Vollausschlag,

k	1 bis 5 (Verzerrung, Ø = 5)
KO	Kathoden Oszilloskop
l (klein L)	Wellenlänge (Masseinheit **= m / Meter**)
L	Last
L	Länge (m)
L	Induktivität in H - Henry
L_a	Anfangsinduktivität
L_e	Endinduktivität
LSB	Lower Side Band (Unteres Seitenband)
LUF	Tiefste benutzbar Frequenz
mm2	Millimeter im Quadrat
m	Meter (L)
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
MSG	Meldung (Message)
MUF	Maximal benutzbare Frequenz
N, n	Windungszahl, Anzahl
$n_{\%}$	Wirkungsgrad
n	neuer Wert
n	Erweiterungsfaktor
NIS (NISV)	nichtionisierende Strahlen (Verordnung zum Schutz von Personen)
OM	Funkamateur, engl. Old Man
P	Leistung in Watt
P	abgestrahlte Leistung in Watt
p	primär
P_{Ant}	abgestrahlte Leistung in Watt
P_a	Leistungsanpassung
PAS	Potenzial Augsgleichs Schiene
PCB	Printet Circuit Board / Printplatte
PEP	Peak envelope Power / Hüllkurven-Spitzenleistung
Piezo Effekt	Quarz zwischen zwei Plättli
PL	Pilotton (PL = 88,5 Hz) / Subton
pse	Please (Bitte)
PTT	Push to talk / Sendetaste / PTT Leitung auf Masse - Sender wird aktiviert
Q	Güte
Q	Ladungsmenge in C – Coulomb

R	Widerstand / Verlustwiderstand (Masseinheit = **Ω / Ohm**)
r	Reflexionsfaktor
r	Rückwärts
R_p	gesuchter Widerstand
R_1	gewünschter Wert
R_2	alter Wert
R_i	Innenwiderstand
R_m	Innenwiderstand
R_P	Verlustwiderstand Parallel
R_v	Verlustwiderstand Seriell/Reihe
R_L	Lastwiderstand
R_e	realer Widerstand (Antenne)
R_v	Vorwiderstand
R_p	Nebenwiderstand (Shunt),
rz	Rauschzahl
RF	Radio Frequency
RIT	Receive Incremental Tuning / Emfpangsfrequenzverstimmung
RST	Rapport (Lesbarkeit, Zeichestärke, Tonqualität)
RX	Empfänger
S	S-Meter
s	SWR (Stehwellenverhältnis)
s	Sekundär
s	Sekunde
SM	Schweden
SQL	Squelch / Rauschsperre
t	Zeit in Sekunden / Ladungs-/Entladungszeit
T	Periodendauer / Zeit (Masseinheit = **s / Sekunde**)
TNX	Danke
Transceiver	Sende/Empfänger
TRX	Sende/Empfänger
TX	Sender
U	Spannung (Masseinheit = V/ Volt)
U_a	Spannungsanpassung / Konstantspannungsquelle
U_a	Ausgangsspannung
U_e	Eingangsspannung
U_e	unstabile Eingangsspannung
U_B	Basisspannung
U_C	Kollektorspannung
U_E	Emitterspannung
Ui	Induktionsspannung
U_k	Klemmenspannung
U_L	Augenblickswert (V)
U_m	Messwerkswerte bei Vollausschlag
U_q	Spannungsquelle
U_{RV}	erweiterter (gewünschter) Messbereich
U_Z	Z-Spannung/Z-Diode
ü	Übertrager
UFB	ultra fine business (ganz ausgezeichnet)

UR	Ihr
Us	U Spitze
USB	Uper Side Band (Oberes Seitenband)
UTC	Universal Time Coordinatet
$\mathbf{v}$	Vorwärts
V_k	Verkürzungsfaktor
V_u	Verstärkungsfaktor
V	Volt (Einheit für die el. Spannung)
VCO	Voltage controlled oscillator / Spannungsgesteuerter Oszillator
von	de
VSWR	Voltage standing wave ratio / Vorwärts Stehwellenverhältnis
W	Watt
W	Work = Arbeit
WpM	Worte pro Minute
WpM	$B \cdot \frac{50}{60}$
X_L	Blindwiderstand
X_C	Blindwiderstand
XMT	Transmit / Sendung, senden
XYL	(Ehe-)Frau, engl. Ex Young Lady
YL	Funkamateurin, engl. Young Lady
Z	Impedanz in Ohm
Z_a	Impedanz Antenne (50 Ω)
Z_s	Impedanz Speisung
Z_{res}	Verlustwiderstand Seriell/Reihe
ZF	Zwischenfrequenz

Inhaltsverzeichnis